

# L'estudi de les ceràmiques prehistòriques des de l'arqueometria

Xavier Clop

## Introducció

La ceràmica és el primer producte artificial realitzat pels éssers humans. De fet, els artefactes ceràmics constitueixen, per l'abundància relativa i per les habitualment bones condicions de conservació, una part molt important dels testimonis materials que solen perdurar dels grups del passat.

L'antiguitat en la fabricació i ús d'objectes fets amb terra cuita està actualment prou ben contrastada. Durant les darreres etapes del Plistocè i durant la transició a l'Holocè i en diverses parts del món, diferents grups que s'enquadren dins del *modus vivendi* caçador-recol·lector van utilitzar objectes fets de ceràmica (figura 1). Així, i sense voler fer un inventari exhaustiu, podem citar la fabricació de figuretes de ceràmica a Dolni Vestonice, Pavlov Petrkovice i Predmosti (Txèquia) en cronologies que se situen entre el 28000 i el 24000 BP, a Zazaragi (Japó) vers el 18000 BP o a Maina (Sibèria) vers el 15000 BP (VANDIVER, 1993). L'inici i l'extensió de l'ús habitual de la ceràmica, i de forma més específica dels recipients o vasos ceràmics, s'han de situar, però, en general, en un moment o altre dels diferents processos de profunds canvis de tot tipus que marquen el pas del *modus vivendi* caçador-recol·lector a l'adopció de noves formes de vida basades en la producció de la subsistència i, de forma més específica, en l'explotació de plantes i animals domesticats.<sup>1</sup>

Es pot considerar, doncs, que el desenvolupament efectiu dels vasos ceràmics constitueix una resposta específica a certes necessitats que, en general, s'estenen en el marc del procés de desenvolupament de l'economia de producció de la subsistència. Amb les noves formes de vida, s'incrementà de manera molt important la necessitat d'utilització de contenidors que permetessin la conservació i la manipulació d'un ampli ventall de productes. Calia, però, que aquests contenidors tinguessin les característiques formals i funcionals que s'adequessin a les necessitats que s'havien de cobrir en cada moment. La resposta més adequada a aquestes necessitats es va trobar en la fabricació de ceràmica, és a dir, en la

ments. L'evidència més antiga constatada fins ara s'ha trobat a les coves de Fukui (Japó), vers el XIII mil·lenni BP (no calibrat) i en un context de grups d'economia d'ample espectre (AKAZAWA, 1986). A la zona sud-sahariana i a la vall central del Nil les datacions radiocarbòniques situen els primers vasos ceràmics en contextos de grups seminòmades de caçadors-recol·lectors amb una economia d'ample espectre al voltant del X mil·lenni BP (no calibrat) (CLOSE, 1995). Al Pròxim Orient, va ser a la primera meitat del VII mil·lenni BP (calibrat) quan es produí l'aparició de les primeres produccions ceràmiques, pràcticament dos mil anys més tard que es produí la consolidació de les pràctiques agrícoles i ramaderes i del procés de sedentarització (FAURA, 1996). A Amèrica, les dates més antigues corresponen al jaciment de Taperinha (Brasil) a inicis del VII mil·lenni (no calibrat), en grups de caçadors-recol·lectors sense indicis d'activitats agràries (HOOPES, 1994), mentre que a Mesoamèrica es produí a mitjan V mil·lenni (no calibrat) en el context de la introducció del conreu del blat de moro (HOOPES, 1994).

1. La utilització de recipients o vasos de ceràmica s'inicià de forma independent en diferents zones i mo-

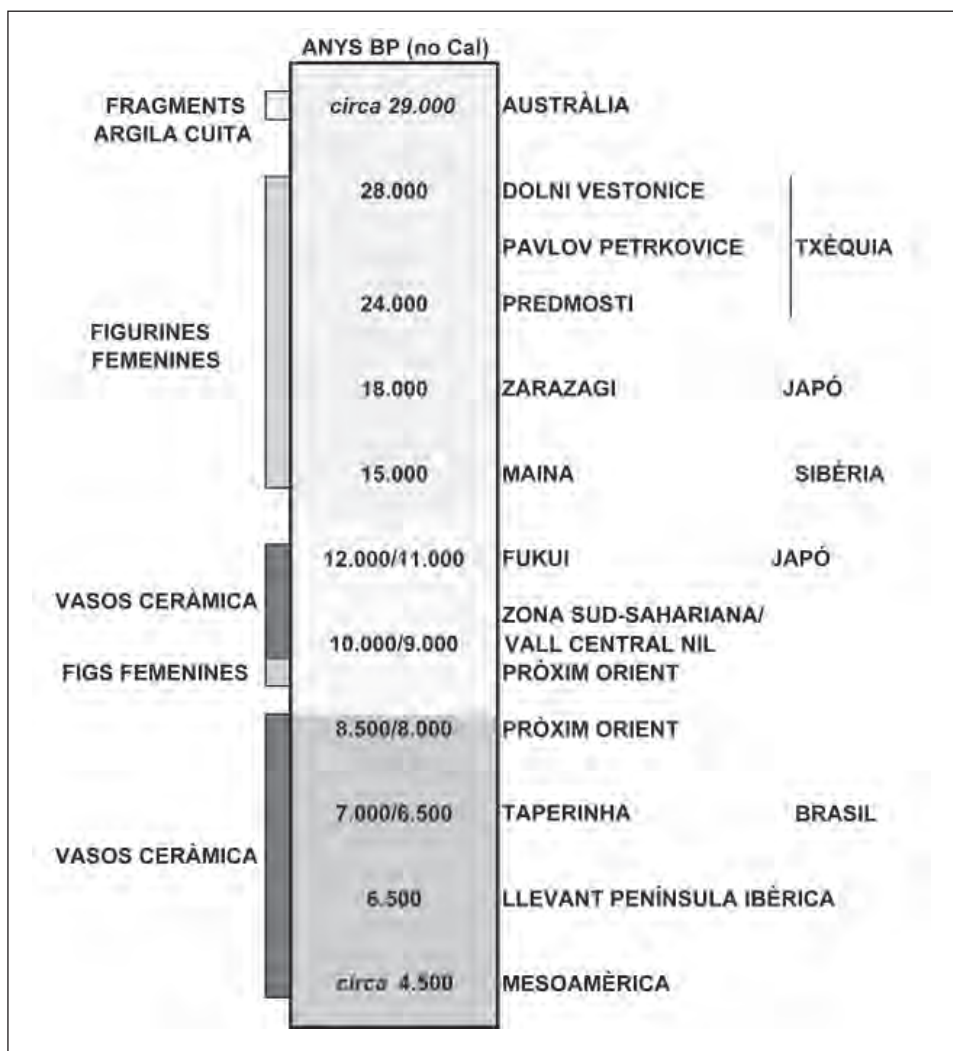


Figura 1. Cronologia d'aparició de materials ceràmics en diferents parts del món.

elaboració de contenidors o vasos a partir de l'aprofitament de terres.<sup>2</sup>

2. El terme «terres», el considerem, com altres autors (ECHALLIER, 1984), i en comptes del terme «argila», d'ús ben comú en els estudis ceramològics en Arqueologia, el més adient per fer referència a la matèria primera que s'utilitza en la manufacturació de productes ceràmics. El terme «argila» s'utilitza indistintament per designar: a) una determinada formació rocosa; b) la primera matèria que aquesta pot constituir; c) un determinat domini granulomètric que abasta el conjunt de grans minerals de mida inferior a dues micres (0,002 mm). La diversitat de definicions que té el terme «argila» pot donar lloc a una certa confusió, ja que en la fracció granulomètrica definida hi podem trobar, a més dels minerals argilosos pròpiament dits, fragments més o menys petits d'altres roques i minerals. Com a roca i com a primera matèria, l'argila és generalment el resultat d'una barreja de minerals argilosos i d'altres components petris de composició molt diversa. Aquesta composició variada és la que justifica que el mot més adequat per fer-hi

L'estudi de les restes ceràmiques constitueix, sens dubte, un dels elements fonamentals per conèixer una àmplia diversitat de les «formes de fer» que es van desenvolupar a partir de la Prehistòria recent. L'elevada quantitat de restes que se solen trobar en molts jaciments i el fet que es tracta d'un material que permet donar al producte final les característiques formals i de composició més adients en cada cas, han fet que els artefactes ceràmics hagin tingut i tinguin un paper central en la definició dels conjunts cul-

referència sigui el de «terres». De fet, el terme «terres» és el que solen emprar els artesans i els industrials que es dediquen a la fabricació d'artefactes ceràmics. L'ús d'aquest terme no respon a un possible desconeixement «científic» del material amb què treballen, sinó que, ben al contrari, és el resultat d'un profund coneixement empíric del material que constitueix la seva primera matèria.

turals i cronologies relatives i en el coneixement d'un ampli ventall d'aspectes dels comportaments socials de les societats que les van fabricar i utilitzar.

El desenvolupament de la recerca arqueològica ha comportat una progressiva ampliació de les preguntes i de les hipòtesis de treball que s'han anat plantejant sobre les formes de vida de les societats humanes en el passat i sobre els elements materials que aquestes societats van desenvolupar per fer-les possibles. L'esforç per contestar aquelles preguntes o per contrastar/refutar aquestes hipòtesis ha portat a ampliar paulatinament els sistemes de treball i els mètodes i tècniques d'anàlisi del registre arqueològic.

L'aplicació de diferents mètodes i tècniques d'anàlisi desenvolupats des de les ciències naturals, com ara els mètodes d'anàlisis fisicoquímiques, constitueix una important via de recerca per aprofundir en el coneixement d'un considerable ventall d'aspectes i característiques dels objectes que el simple estudi macroscòpic no permet arribar a conèixer.

Els primers exemples de la utilització d'aquesta via d'estudi en materials arqueològics es remunten a final del segle XVIII, però, de fet, no va ser fins a la segona meitat del XX que van tenir un desenvolupament teòric, metodològic i d'aplicació prou important perquè en l'actualitat hagin esdevingut una via sòlida de recerca. La quantitat, la diversitat i la importància d'aquests estudis van portar, finalment, a agrupar-los sota una denominació específica: Arqueometria.<sup>3</sup> A hores d'ara, sota aquesta denominació s'encabeixen estudis molt diversos, com estudis fisicoquímics dels materials arqueològics, datació, estudis geològics, estadística i informàtica, estudis genètics... als quals darerament s'hi han incorporat estudis d'arqueozoologia, d'arqueobotànica, etc.

En l'àmbit de la recerca arqueomètrica, els estudis sobre els artefactes ceràmics, tant se val el període històric, tenen una presència molt important, fins a constituir el tipus de material arqueològic més estudiat des d'aquesta perspectiva (MONTERO RUIZ; GARCÍA HERAS; LÓPEZ-ROMERO, 2007: 30).

3. Per a una visió actualitzada de la història i definició del mot «Arqueometria», vegeu Montero Ruiz; García Heras; López-Romero (2007: 23-28).

Els plantejaments teòrics i metodològics i els projectes de recerca desenvolupats els darrers seixanta anys per un important nombre d'investigadors i investigadores americans i europeus (Rice, Shepard, Matson, Picon, Echallier, Juhl, Magetti, Bronitsky, Braun, etc.) han permès posar de manifest la capacitat dels estudis arqueomètrics per, a partir de la determinació d'un conjunt de caràcters macroscòpics i microscòpics de la primera matèria utilitzada en l'elaboració dels productes ceràmics, aprofundir en el coneixement de qüestions com la procedència o el paper i el grau d'especialització que la seva producció va representar en el context de les comunitats humanes de la Prehistòria recent.

De forma general, els estudis arqueomètrics dels materials ceràmics se centren en dos grans camps d'estudi.

D'una banda, hi ha la qüestió de la selecció i aprovisionament de la primera matèria utilitzada en la fabricació, que sol plantejar-se al voltant de la qüestió de si es tracta de productes fets amb terres d'origen local o forani. La resposta adequada a aquesta qüestió ha de passar necessàriament pel desenvolupament d'un estudi acurat de la primera matèria emprada per fabricar els vasos ceràmics, determinant amb cura els diferents components d'origen mineral o de qualsevol altre origen que hi hagi. Però també és imprescindible conèixer bé l'entorn del jaciment arqueològic d'on s'han recuperat les ceràmiques estudiades per tal de determinar el grau de similitud o de diferència dels components minerals que hi trobem en relació al context geològic del jaciment. Aquest coneixement de l'entorn s'ha de basar tant en la consulta de la informació geològica disponible com en la realització d'anàlisis de mostres de terres de la zona, cosa que permet comptar amb patrons de comparació tant dels elements minerals que formen els dipòsits de terres que estan a l'abast del grup humà que estudiem com de les seves característiques formals. Cal remarcar que les hipòtesis que es plantegin finalment seran relatives a la possible procedència de les terres utilitzades en l'elaboració de les ceràmiques estudiades, però en cap cas sobre els mecanismes socials que n'expliquin la presència en el jaciment arqueològic.

L'altre gran camp dels estudis arqueomètrics de les ceràmiques, el constitueix l'establiment de

les característiques específiques del tractament de la primera matèria, cosa que permet abordar qüestions com ara el grau d'especialització de la producció ceràmica d'un grup determinat, la major o menor aptitud dels vasos ceràmics estudiats per a un o altre ús, etc. Aquesta via d'estudi s'ha de basar en la determinació i anàlisi d'un conjunt d'elements microscòpics i macroscòpics que permetin conèixer diferents aspectes sobre la selecció i el tractament de la primera matèria i sobre les característiques finals del producte ceràmic. Un aspecte molt interessant d'aquesta via d'estudi, el constitueix la determinació de la presència o absència de desgreixants afegits intencionadament i del perquè del seu afegiment. També, però, es pot realitzar l'estudi de les propietats físiques dels vasos, com ara les propietats mecàniques (resistència, consistència...), el grau de permeabilitat/impermeabilitat, la porositat, les propietats tèrmiques (com la capacitat de resistència del xoc tèrmic), etc.

L'estudi arqueomètric de les ceràmiques es basa en la possible utilització d'un ventall molt ampli de tècniques analítiques. Sense pretensions d'exhaustivitat, es poden citar les següents:

- Mètodes d'anàlisi mineralògiques: lupa binocular, estudi petrogràfic, difracció de raigs X, microscopi electrònic...
- Mètodes d'anàlisi químiques: espectrometria de fluorescència de raigs X, anàlisi d'activació neutrònica, espectrometria d'emissió òptica, espectrometria de plasma d'acoblament inductiu, emissió de raigs X induïda per protons...
- Altres mètodes d'anàlisi: anàlisi tèrmica diferencial, dilatomètria, anàlisi textural, espectrometria Mössbauer, porosimetria...

La utilització d'uns o d'altres mètodes d'anàlisi ha d'estar justificada pel grau de resolució que poden tenir en cada cas en relació al problema que es vol estudiar. De la mateixa manera, cal establir uns criteris molt clars de selecció de les mostres, que generalment són limitades, i, doncs, és molt important que se seleccionin les que veritablement puguin aportar dades rellevants per a qüestions molt ben definides. Només així s'aconseguirà un elevat grau de probabilitat en les hipòtesis que es puguin establir a partir de l'estudi arqueomètric.

## Els estudis petrogràfics

La ceràmica no és res més, de fet, que un conjunt de diferents tipus d'agregats minerals que es cohesionen per escalfament mitjançant l'exposició a una determinada temperatura.

La transformació de l'argila en ceràmica és un procés similar al que dona lloc a la formació de diferents tipus de roques, com ara les sedimentàries o les metamòrfiques, i, per tant, podem considerar que la ceràmica és, de fet, una roca artificial. Constituïda essencialment per una barreja de minerals, generalment d'origen sedimentari, la ceràmica presenta després de la cocció un conjunt de característiques específiques que depenen en gran part de la composició global originària. Aquesta composició no és únicament química sinó que abans que res és una composició mineralògica, de forma similar a la que presenten, per exemple, les roques. Això significa que els cossos químics simples no estan presents de forma indiferenciada sinó que estan inclosos en l'estructura cristal·lina de compostos minerals específics, i això tant pel que fa a l'argila com pel que fa als desgreixants (ECHALLIER, 1984). La composició de la ceràmica es pot considerar, doncs, una composició mineralògica similar a la que presenta qualsevol roca. La determinació acurada dels diferents elements minerals que formen part d'un determinat producte ceràmic es pot fer, en conseqüència, de la mateixa manera que es fa en el cas de les roques. La ciència que estudia la composició de les roques és la Petrografia, i els diferents principis i mètodes desenvolupats i utilitzats per aquesta ciència en l'estudi de les roques es poden utilitzar també en l'estudi de la composició dels productes ceràmics.

La Petrografia determina la composició d'una roca aplicant lleis fisicoquímiques generals. Els elements que es troben en qualsevol roca hi són en funció de la composició del lloc d'origen (magma o roca-mare) i de les condicions de formació (pressió, temperatura, medi de cristallització o de dipòsit, etc.). Existeix una lògica absoluta en la naturalesa i la cohesió dels diferents constituents de la roca que s'analitza, que es pot determinar a partir de l'estudi petrogràfic. És per això que la composició dels productes ceràmics, en tant que es tracta de roques artificials, es pot determinar mitjançant l'estudi petrogràfic. En el cas dels



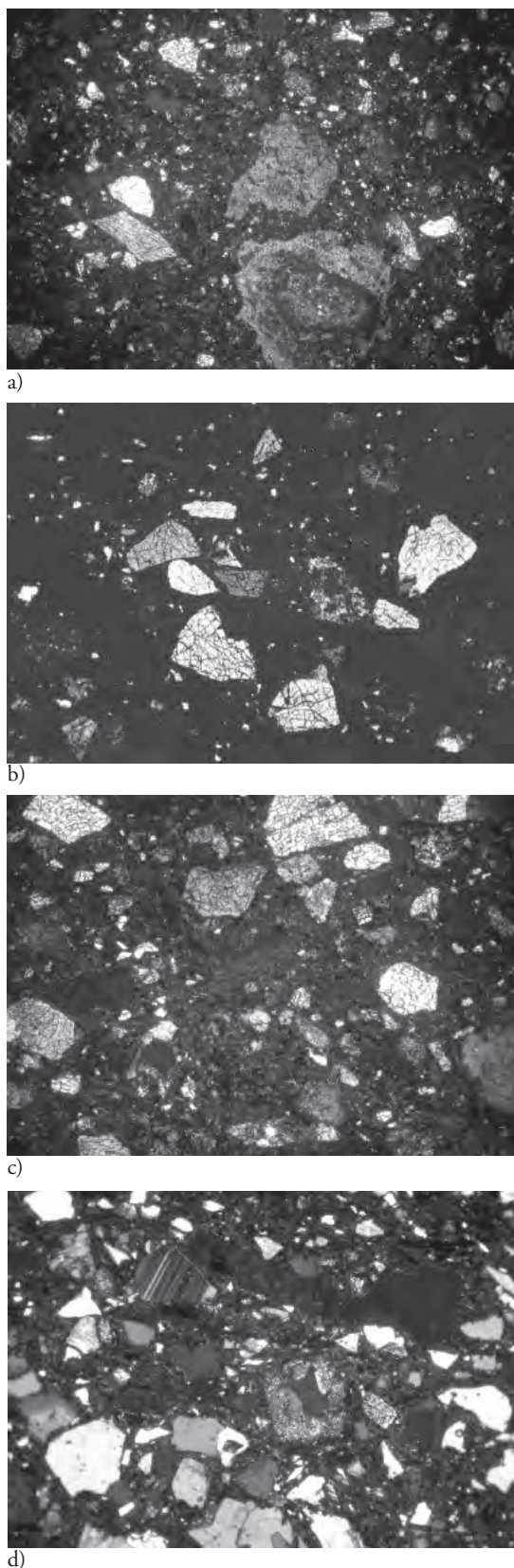


Figura 2. Làmines primes: 40X, nícols creuats; a) Sant Pau del Camp (Barcelona); b) La Prunera (Sant Joan les Fonts); c) Sant Pau del Camp (Barcelona); d) Torre del Garrell (Lleida). Fotos: Xavier Clop.

productes ceràmics, però, el procés de recerca es veu complicat pel grau d'intervenció antròpica en el procés de producció (per exemple, addició de desgreixants, procés de cocció, etc.). L'estudi petrogràfic, en la mesura que la intervenció antròpica afecta i es reflecteix en la composició de la ceràmica, en permet la identificació i la valoració a partir de la detecció dels elements aliens a l'estructura mineral bàsica, dels minerals de neoformació, etc. (figura 2).

La determinació de la composició petrogràfica d'un producte ceràmic ens serveix de base per establir hipòtesis sobre la possible provenença. Els elements petrogràfics presents en la terrissa provenen de contextos rocosos que han estat erosionats, transportats i dipositats allà on algú els va recollir. En aquest sentit, es pot considerar que la composició petrogràfica d'una terrissa representa la composició petrogràfica del sector on s'han recollit les terres amb què s'ha fabricat (ECHALLIER, 1987). Això permet determinar una o més zones de provenença possibles, més o menys allunyades del lloc on les ceràmiques han estat finalment localitzades. Si bé és evident que és pràcticament impossible precisar el punt exacte d'on s'extragueren les terres, la informació aconseguida ens permet formular hipòtesis amb un alt grau de fiabilitat pel que fa a la identificació de la zona de provenença (zona teòrica d'aprovisionament) i, per tant, podrem distingir entre produccions locals i produccions forànies en el jaciment que estudiem.

L'estudi petrogràfic no sols aporta informació rellevant sobre la composició mineral de la terrissa sinó que també permet determinar diferents aspectes de la tecnologia aplicada en el procés de producció de les manufactures ceràmiques, com ara el tractament de les superfícies, les decoracions, determinats aspectes de la cocció, etc.

Bàsicament, hi ha dos tipus d'estudis que ens permeten arribar a conèixer la composició d'una roca i, per tant, d'una ceràmica: els mètodes químics i els mètodes petrogràfics i mineralògics. Avui es pot considerar completament superada la vella polèmica sobre quin mètode és més adequat per realitzar estudis de caracterització de la composició dels productes ceràmics. Això fa que en l'actualitat la decisió en la tria d'un o d'altre mètode d'estudi s'hagi de fer en relació a les característiques del material a estudiar i dels problemes que es vulguin resoldre. És

més, de mica en mica es van estenent les recerques en què es combina la utilització d'aquestes dues vies d'estudi, cosa que sens dubte enriqueix les discussions i permet el plantejament d'hipòtesis encara més sòlides.

Els mètodes químics determinen els elements químics presents en una determinada pasta ceràmica, mesurant (en parts per milió) les concentracions d'elements majoritaris, d'elements minoritaris i d'elements traça. La determinació dels elements traça es considera la «pista» principal per determinar l'origen de les terres amb què s'ha fet un determinat producte ceràmic, en creure que es tracta d'elements que es troben en proporcions irrepetibles en cap altre lloc que no sigui l'àrea-font. Cal remarcar que les determinacions químiques en la composició d'una ceràmica són el resultat de la correlació estadística de les concentracions de cada element, en què el grau de precisió es mesura en termes de probabilitat i com a tals s'han d'interpretar els resultats. De fet, però, el gran avantatge dels mètodes químics és que es poden quantificar i tractar amb mètodes estadístics. Però, tal com assenyala M. Picon (1984), la utilització de les característiques de composició de la pasta pot ser pertorbada per la presència irregular d'un desgreixant o d'un element de contaminació postdeposicional, per la qual cosa els mètodes químics seran més fiables com més depurades siguin les pastes. També cal assenyalar altres possibles problemes, com ara el control de la variabilitat en la composició dels dipòsits de terres o la realització d'estudis previs que facilitin el coneixement de quin o quins són els elements químics rellevants en cada indret. De fet, les determinacions d'origen que es fonamenten en l'estudi de la composició química de les produccions ceràmiques s'han de recolzar en quatre categories d'arguments: similitud de composició respecte de les mostres de comparació, diferències de composició respecte de les mostres de comparació, criteris de validació i probabilitats *a priori* (PICON, 1995). Alguns mètodes químics que se solen utilitzar en l'anàlisi de ceràmiques prehistòriques són l'anàlisi d'activació neutrònica, l'espectrometria d'emissió òptica, la fluorescència de raigs X, etc.

Els mètodes petrogràfics, al seu torn, permeten obtenir informació sobre els components cristal·lins que trobem en les ceràmiques en for-

ma de materials no plàstics. En la utilització dels mètodes petrogràfics i mineralògics, l'experiència de l'analista és fonamental. La varietat de les característiques petrogràfiques i mineralògiques determinades pot compensar en bona mesura l'absència de dades quantificades, en proporcionar una àmplia aproximació de caràcter qualitatiu. Per les seves característiques, els mètodes petrogràfics i mineralògics són més efectius en la mesura que les pastes estudiades són menys refinades i que els elements no plàstics siguin més presents i, al contrari, són mètodes d'aplicació més complexa en pastes més depurades (ECHALLIER, 1984; MAGGETTI, 1995; PICON, 1984). Això fa que els mètodes petrogràfics i mineralògics es considerin especialment aptes per a l'estudi de produccions ceràmiques fetes a mà, en les quals destaca precisament la presència de gran quantitat d'elements no plàstics. Per a aquesta mena de produccions ja s'admet de forma general que els mètodes petrogràfics i mineralògics presenten un cert avantatge respecte dels mètodes químics pel fa a la comparació entre productes ceràmics i mostres de terres, en permetre la comparació entre conjunts amb nombrosos elements i on els criteris de filiació s'han d'establir també a partir d'altres característiques formals d'aquests elements. El principal inconvenient que presenten els mètodes petrogràfics i mineralògics és el de la dificultat per quantificar de manera prou representativa la proporció dels minerals que hi ha en els productes ceràmics estudiats, cosa que dificulta la realització de possibles tractaments estadístics de les dades.

L'estudi de làmines primes mitjançant el microscopi de llum polaritzada és un mètode que es basa en l'observació directa de determinades característiques del material. Es parteix de la realització d'una làmina d'unes tres micres (0,03 mm) de gruix del fragment ceràmic que es vol analitzar. Per aconseguir aquesta làmina, cal seguir un procés que comença tallant una petita part del producte ceràmic, després segueix l'adhesió d'aquesta mostra a un portaobjectes mitjançant unes resines especials i un procés de poliment (a màquina i/o manual) fins a aconseguir que aquesta làmina tingui el gruix necessari per poder ser analitzada mitjançant un microscopi petrogràfic.

El microscopi petrogràfic és un aparell de recerca que compta amb diferents elements es-

pecífics, com són el polaritzador, l'analitzador, la platina giratòria, els compensadors, la lent de Bertrand i un aparell d'il·luminació capaç de subministrar llum paral·lela o convergent. El microscopi petrogràfic o de polarització no és únicament un aparell que facilita la visió d'elements massa petits per a la capacitat de l'ull humà, sinó que és un aparell dissenyat per investigar les propietats òptiques dels minerals, cosa que en permet la identificació. De fet, amb el microscopi no s'observen directament els minerals, sinó que s'observa la llum que travessa els minerals i les deformacions que pateix en fer-ho i que responen a les característiques de l'estructura molecular específica de cada mineral.

La utilització del microscopi petrogràfic es considera una tècnica ràpida i barata que permet obtenir resultats excel·lents. La làmina prima, al seu torn, és un document que no es destrueix, per la qual cosa es pot estudiar i/o revisar sempre que sigui convenient.

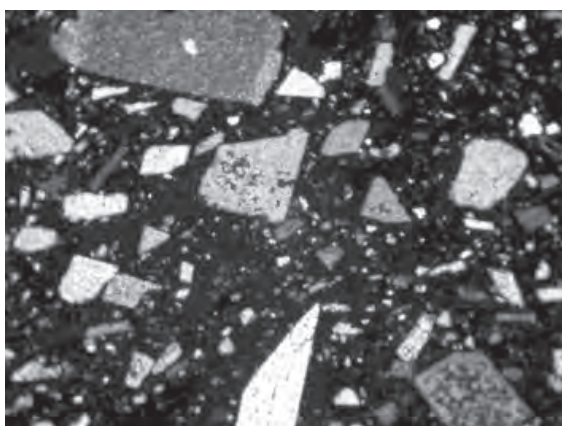
La utilitat que podia tenir l'ús de la petrografia en l'estudi de les produccions ceràmiques va ser apreciada ben aviat per diversos investigadors anglosaxons (per exemple, KIDDER i SHEPARD, 1936; FELTS, 1942), que van desenvolupar treballs de recerca sobre les produccions ceràmiques de grups d'indígenes del continent americà. La recerca anglosaxona constitueix, sens dubte, el corrent que fins avui major esforç ha dedicat al desenvolupament dels estudis de caracterització en general i, en particular, mitjançant l'estudi de làmines primes, com una via fonamental per entendre els processos de manu-

facturació, ús i circulació dels productes ceràmics (RICE, 1987; 1996a; 1996b).

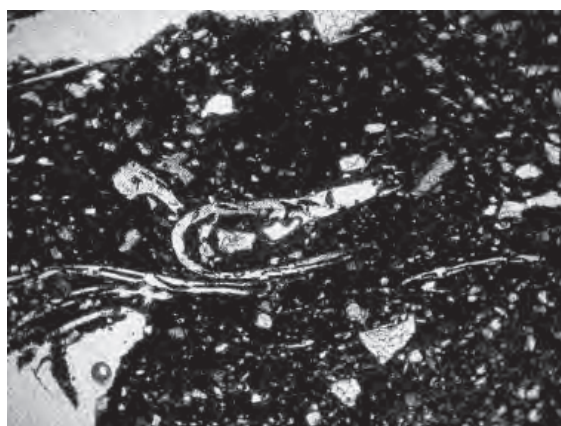
En el continent europeu el nombre d'investigadors que han seguit aquesta línia de recerca ha estat més aviat escàs, tot i que en els darrers vint-i-cinc anys han augmentat de forma molt important tant la quantitat com la qualitat i diversitat de les línies de recerca seguides. En destacaríem, per exemple, els treballs realitzats per L. Courtois o J.-C Echallier, autors tant d'obres prou rellevants pel que fa al desenvolupament de la metodologia d'estudi mitjançant l'ús del microscopi petrogràfic com d'estudis específics (COURTOIS, 1976; 1980; ECHALLIER, 1984; 1987). A Espanya, els primers treballs de caracterització de ceràmiques no es van realitzar fins a la dècada dels anys 70 i els primers treballs sobre produccions ceràmiques prehistòriques que es basen en l'estudi de làmines primes amb el microscopi de llum polaritzada es van publicar a final d'aquella dècada (CAPEL i DELGADO, 1978; CAPEL; LINARES; HUERTAS, 1979).

### L'aplicació dels mètodes petrogràfics: alguns exemples

Els estudis petrogràfics aporten dades de gran rellevància per conèixer diferents aspectes de les produccions ceràmiques, com ara la possible procedència. Un dels exemples més clars de les possibilitats d'aquesta via d'estudi per al coneixement de les comunitats prehistòriques, el trobem en les recerques realitzades al voltant



a)



b)

Figura 3. Desgreixants afegits; a) Cova del Frare (Matadepera, Barcelona): calcita triturada; b) La Prunera (Sant Joan les Fonts, Girona): desgreixant vegetal. Làmines primes, 40X, nicks creuats. Fotos: Xavier Clot.



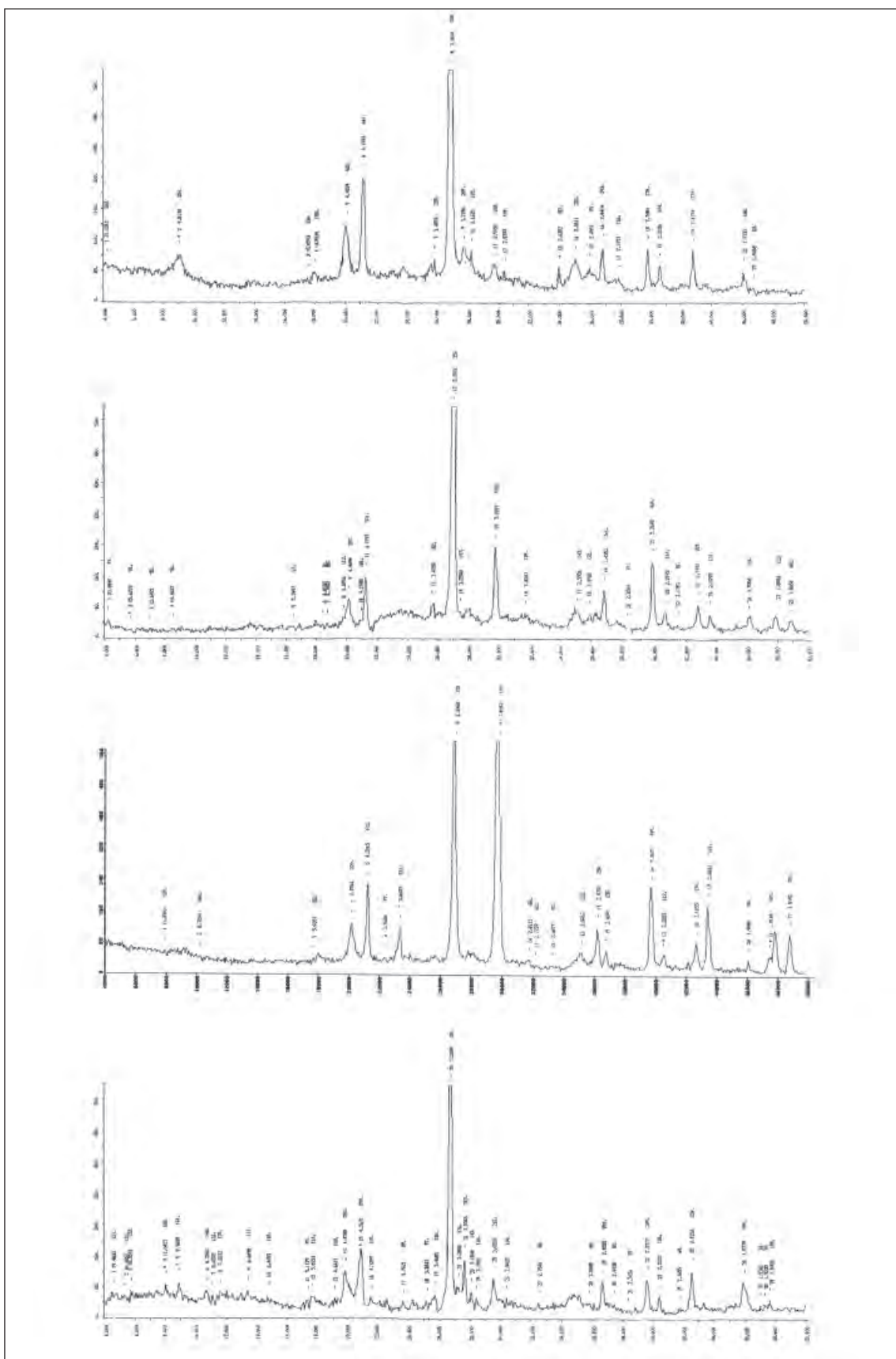


Figura 4. Difracció de raigs X. Difractogrames de quatre mostres de ceràmiques de la Bauma del Serrat del Pont (Montagut, Girona).



de la possible provenença de les ceràmiques campaniformes i, de manera específica, de les ceràmiques campaniformes de tipus internacional. Aquestes produccions han estat, i són, objecte de grans discussions. En el marc d'aquestes discussions, diversos autors anglosaxons (per exemple, CLARKE, 1970; SHENNAN, 1976; GILMAN, 1981; HARRISON, 1977) van proposar que es tractaria de ceràmiques que haurien estat produïdes en determinades zones d'Europa i que la seva difusió a moltes altres zones de l'Europa occidental i central hauria tingut lloc a través de les xarxes comercials que es van establir en el marc del procés d'estratificació social que es va produir durant el III mil·lenni BC (calibrat). La realització d'estudis petrogràfics en diferents zones d'Europa va permetre posar en relleu que la producció d'aquest tipus de ceràmica hauria estat bàsicament local, i això en totes les zones analitzades.<sup>4</sup>

Però un dels àmbits més singulars de l'aportació dels estudis petrogràfics és, sens dubte, l'estudi dels possibles desgreixants afegits (figura 3). Els estudis realitzats fins ara han posat de manifest l'àmplia diversitat d'elements que es poden afegir de forma intencionada a les terres: xamota, os, fòssils, sílex... Un cas particularment interessant és el de la calcita.

La calcita és un element mineral que, en diferents zones i períodes històrics, va ser incorporat al procés de manufacturació de productes ceràmics com a desgreixant afegit intencionadament a les terres. Generalment es tracta de calcita espàtica triturada. La certesa que es tracta d'un element afegit, la dona l'estudi petrogràfic, que permet identificar-la en forma de cristalls romboèdrics, que no es troben en estat natural però que corresponen perfectament a les formes d'exfoliació dels cristalls de calcita en ser trencats de forma mecànica.

La calcita és un desgreixant singular. Es dissocia sota efectes de la calor a 894°C, encara que sota certes condicions, com les que se solen registrar durant la cocció de les ceràmiques, ho pot arribar a fer a partir d'uns 700°C (PERINET i COURTOIS, 1983). Aleshores, es transforma en  $\text{CaO} + \text{CO}_2$ . El  $\text{CO}_2$  desapareix i el  $\text{CaO}$

recristal·litza en forma microcristalina. En el decurs d'aquesta cristallització es produeix la destrucció de totes les microestructures característiques de la calcita i un important augment del volum per la pèrdua del  $\text{CO}_2$ . Si els grans de calcita són massa grossos, hi ha un risc molt important que el contenidor es trenqui. La presència de calcita, per tant, pot ser un bon indicador de la temperatura de cocció assolida.

L'ús de la calcita com a desgreixant afegit es documenta arreu de la conca mediterrània des de l'inici de l'ús de productes ceràmics o poc després. Així ha estat documentat, per exemple, en nivells de la primera meitat del VII mil·lenni BC a la zona de l'alt Eufrates en jaciments com Tell Halula (FAURA, 1996) o Kumartepe (FAURA i LE MIÈRE, 1999), a Grècia en nivells del neolític antic de la cova de Franchti (VITELLI, 1989), a Itàlia en diversos jaciments del Neolític antic com Arene Candide (MUNTONI, 2002), al sud de França a la zona de la Provença en jaciments amb ceràmiques cardials com la Baume Fontbrégoua (ECHALLIER i COURTIN, 1994) o La Grotte Lombard (ECHALLIER, 1991) o en nivells cardials de jaciments del llevant mediterrani de la Península Ibèrica com Cova de l'Or (GALLART, 1980).

La perduració en la utilització de la calcita durant el Neolític està ben documentada en àmplies zones de l'Europa occidental. Al sud de França, per exemple, la utilització de la calcita afegida està documentada en el Neolític antic no cardinal (Roucadourien) a la zona de Les Causeses, en nivells epicardials a Unang (Vaucluse) i en tot el migdia francès a partir del Neolític mitjà chassà i fins al Calcolític (ARNAL, 1989; ARNAL; GRIL; LALANNE, 1986). A la Península Ibèrica ha estat identificada en produccions ceràmiques en diferents fases en jaciments neolítics tant al nord-est (CLOP; ALVAREZ; MARCOS, 1995; GALLART i LÓPEZ, 1988) com al sud de la Península Ibèrica (NAVARRETE; CAPEL; LINARES; HUERTAS; REYES, 1991).

La utilització de la calcita afegida continua estant ben documentada en diferents zones de l'Europa occidental a partir del III mil·lenni BC. A la Península Itàlica la utilització està documentada a la zona de Sesto Fiorentino (Itàlia) en produccions ceràmiques elaborades amb terres locals de diferents jaciments campaniformes, com Querciola (PALLECCHI, 1997).

Al migdia francès, la presència de calcita afegida acosta aquesta zona a les produccions

4. A hores d'ara són nombrosos els estudis de caracterització arqueomètrica de ceràmiques campaniformes de jaciments específics que s'han realitzat arreu d'Europa. Per la seva amplitud, però, cal destacar els estudis realitzats a França (CONVERTINI, 1996) i a Catalunya (CLOP, 2007).

contemporànies dels grups del Llenguadoc oriental i provençal, respectivament Fontbuisse i Rhone-Ouvèze (CONVERTINI i QUERRÉ, 1998; ECHALLIER i JALLOT, 1992). Així mateix, està ben documentada la utilització de calcita afegida en produccions campaniformes del sud de França, tant en contenidors amb decoració internacional com en contenidors amb decoració de tipus regional (CONVERTINI, 1996).

A la Península ibèrica també s'ha documentat la utilització de la calcita afegida en diferents zones, com ara a Catalunya durant el III mil·lenni BC (CLOP, 2007) o en jaciments calcolítics amb materials campaniformes com Peña Corva (Guadalajara) (DE ANDRÉS; BALCAZAR; MENÉNDEZ, 1987), Cueva Lóbrega i Collado Palomero I (La Rioja) (GALLART i MATA, 1999) o Moncín (Zaragoza) (GERRARD, 1994). A les Illes Balears la utilització de la calcita afegida sembla que s'inicia en el període epicampaniforme (2000-1750 cal ANE) (WALDREN, 1982).

L'ús de calcita triturada continua posteriorment de forma extensa a l'Europa occidental, com s'ha documentat en jaciments com la Cova des Càrritx (GÓMEZ-GRAS i RISCH, 1999), Coppa Nevigata (AMADORI; DI PILLO; FRATINI; LEVI; PECCHIONI, 1995) i Fiafé (KILKA; GALETTI, 1994) a la Península Itàlica, Lough Gur a Irlanda (TITE, 1995), Heuneburg al sud d'Alemanya (MAGETTI i SCHWAB, 1982) o en diferents poblats de l'Edat del Ferro de Guipúscoa (LARREA; OLAETXEA; ORTEGA; TARRIÑO, 1999).

### **El futur de l'arqueometria en l'estudi de ceràmiques prehistòriques**

L'aplicació de tècniques d'anàlisis arqueomètriques al coneixement de les ceràmiques prehistòriques constitueix una de les vies d'estudi que major potencialitat presenten a hores d'ara de cara al futur. La diversitat de qüestions que es poden plantejar i la diversitat de sistemes d'anàlisis que es poden emprar fa innombrables les hipòtesis de treball que es puguin construir i desenvolupar. Des del nostre punt de vista, cal fer una profunda renovació dels objectius i dels sistemes d'estudi dels conjunts ceràmics prehistòrics, perquè els plantejaments que han predominat fins ara ja han exhaurit la seva capacitat de generar informació nova sobre aquests

elements materials, però, sobretot, sobre el seu paper en els sistemes de producció i reproducció social de les comunitats prehistòriques. És indispensable plantejar noves preguntes i dissenyar noves vies de recerca. En aquest sentit, el desenvolupament de projectes de recerca des d'una perspectiva arqueomètrica pot constituir una valuosa via de contribució en aquesta renovació de la recerca prehistòrica des de les produccions ceràmiques. I, el més important, és que no ens limitem simplement a aplicar tècniques d'anàlisi més o menys noves, més o menys sofisticades, sinó que plantejem interrogants i adequem els sistemes d'anàlisi que utilitzem a les qüestions que s'hagin de resoldre.

En aquest sentit, és evident que fins ara les qüestions que es poden abordar des de l'Arqueometria, i que més han preocupat els arqueòlegs, han estat les relacionades amb la determinació de la possible provenença de les ceràmiques. I és cert que aquesta és una qüestió rellevant que cal continuar investigant en cada cas, ja que, tot i que els estudis realitzats fins ara posen de manifest un predomini molt ampli de les produccions ceràmiques, no és menys cert que gairebé sempre hi apareix un cert nombre de mostres de procedència externa. Però també és evident que cal desenvolupar tot un ampli ventall de qüestions de diferent tipus que han de contribuir en el futur a fer que les aportacions dels estudis arqueomètrics aplicats a la ceràmica aconseguixin tenir un paper més rellevant del que tenen en aquests moments.

Així, per exemple, creiem que és fonamental desenvolupar sistemes de mostreig més representatius, perquè sovint les mostres que s'analitzen representen un percentatge molt petit en relació al conjunt del qual provenen, cosa que impossibilita la realització de generalitzacions. Cal ajustar els mostres a problemes més concrets, però també cal desenvolupar sistemes d'estudis que millorin la possibilitat d'arribar a conclusions que realment puguin incloure la major quantitat possible de ceràmiques del conjunt estudiat. Cal també aprofundir en la via de la realització d'estudis amb diversos tipus de sistemes d'anàlisi, perquè, com ja hem comentat, cada mètode d'anàlisi aporta un tipus d'informació que molt sovint complementa la que aporten altres mètodes. Cal ampliar els camps de recerca, i començar a demanar-nos i a investigar les característiques de funcionament de les ceràmiques, les caracte-

rístiques específiques que va poder tenir la selecció i el tractament de la primera matèria, quina podia haver estat la seva «vida útil» i molts altres aspectes que es poden plantejar. Cal aprofundir en la determinació i comprensió dels desgareixants afegits, o en la seva absència, dels elements que poden aportar dades molt importants sobre determinats trets culturals, funcionals, en la constitució i pervivència de tradicions artesanals, en possibles transferències de formes de fer, etc.

I en tot això, evidentment, cal pensar el plantejament i el desenvolupament d'experimentacions, ja que aquesta és l'única via que permet conèixer i comprendre moltes de les qüestions que planteja.

En definitiva, l'aplicació de l'Arqueometria a l'estudi de les produccions ceràmiques prehistòriques té un futur molt vast. Només cal creure en les seves possibilitats i començar a esmerçar els mitjans humans i materials necessaris perquè, efectivament, l'Arqueometria esdevingui una font d'informació tan important com ho són en l'actualitat d'altres que han conegut el seu desenvolupament en els darrers quaranta anys.

## Résumé

*L'étude des céramiques préhistoriques à partir de l'Archéométrie*

L'étude des restes céramiques constitue un des éléments fondamentaux pour connaître une large diversité des «formes de faire» qui se sont développées à partir de la Préhistoire récente. Le développement de la recherche archéologique a entraîné un progressif élargissement des questions et des hypothèses de travail autour des formes de vie des sociétés humaines dans le passé et des éléments matériels qu'elles ont développé pour les faire possibles. L'application de méthodes d'analyses physico-chimiques constitue une importante voie de recherche pour approfondir dans la connaissance d'un large éventail d'aspects et des caractéristiques des objets que la simple étude macroscopique ne permet pas d'arriver à connaître. De forme générale, les études archéométriques des matériels céramiques se concentrent sur deux grands champs d'étude: la sélection et approvisionnement de la matière première et les caractéristiques spécifiques de leur traitement.

## Resumen

*El estudio de las cerámicas prehistóricas desde la Arqueometría.*

El estudio de los restos cerámicos constituye uno de los elementos fundamentales para conocer una amplia diversidad de las «formas de hacer» que se desarrollaron a partir de la Prehistoria reciente. El desarrollo de la investigación arqueológica ha comportado una progresiva ampliación de las preguntas y de las hipótesis de trabajo que se han ido planteando en torno a las formas de vida en las sociedades humanas en el pasado y de los elementos materiales que desarrollaron para hacerlas posibles. La aplicación de métodos de análisis físico-químicos constituye una importante vía de investigación para profundizar en el conocimiento de un amplio abanico de aspectos y características de los objetos que el simple estudio macroscópico no permite llegar a conocer. De forma general, los llamados estudios arqueométricos de los materiales cerámicos se centran en dos grandes campos de estudio: la selección y aprovisionamiento de la materia prima y las características específicas de su tratamiento.

## Referències bibliogràfiques

- AKAZAWA, T. (1986). «Hunter-gatherer adaptations on the transition to food production in Japan». Dins: ZVELEBIL, M. (ed.). *Hunters in Transition*. Cambridge: Cambridge University Press, p. 151-165.
- AMADORI, L.; DI PILLO, M.; FRATINI, F.; LEVI, S. T.; PECCHIONI, E. (1995). «The Bronze Age Pottery of Coppa Nevigata (FG-Italy): raw materials and production». Dins: VENDRELL-SAZ, M.; PRADELL, T.; MOLERA, J.; GARCÍA, M. (ed.). *Estudis sobre ceràmica antiga. Ponències del Congrés Europeu sobre Ceràmica Antiga*. Barcelona: Generalitat de Catalunya. Departament de Cultura, p. 45-51.
- ARNAL, G.-B. (1989). *Céramique et céramologie du Néolithique de la France méditerranéenne*. Mémoire, 5; Centre de Recherche Archéologique du Haut Languedoc.
- ARNAL, G.-B.; GRIL, C.; LALANNE, J.-F. (1986). «Caractérisation des céramiques préhistoriques par l'étude du dégraissant». *Experimentation et analyses en céramologie préhistorique. Archéologie Expérimentale. Cahier 2*. Meursault-Archéodrome: Association pour la promotion de l'archéologie de Bourgogne, p. 69-82.
- BINDER, D. (1991). *Une économie de chasse au néolithique ancien. La Grotte Lombard à Saint-Vallier-de-Thiery (Alpes Maritimes)*. Paris: Éditions du CNRS.

- BURAGATO, F.; GRUBESSI, O.; LAZZARINI, L. (ed.). (1994). *1st European Workshop on archaeological ceramics 10-12.10.1991*. Milà: Dipartimento di Scienza della Terra.
- CAPEL, J. (ed.) (1999). *Arqueometria y Arqueología*. Granada: Universidad de Granada.
- CAPEL, J.; DELGADO, R. (1978). «Aplicación de métodos ópticos al estudio de cerámicas arqueológicas». *Cuadernos de Prehistoria de la Universidad de Granada*, núm. 3, p. 343-356.
- CAPEL, J.; LINARES, J.; HUERTAS, F. (1979). «Métodos analíticos aplicados a cerámicas de la Edad del Bronce». *Cuadernos de Prehistoria de la Universidad de Granada*, núm. 4, p. 345-360.
- CLARKE, D. L. (1970). *Beaker pottery of Great Britain and Ireland*. Cambridge: Cambridge University Press.
- CLOP, X. (2007). *Materia prima, Cerámica y Sociedad. La gestión de los recursos minerales para manufacturar cerámicas del 3100 al 1500 ANE en el noreste de la Península Ibérica*. Oxford: BAR International Series 1660.
- CLOP, X.; ÁLVAREZ, A.; MARCOS, J. G. (1996). «Estudio petrológico de las cerámicas cepilladas del Neolítico Antiguo Evolucionado del Penedès». *Rubricatum*, núm. 1: *Actes del I Congrés del Neolític a la Península Ibèrica. Formació i implantació de les comunitats agrícoles. Gavà*, p. 207-214.
- CLOSE, A. E. (1995). «Few and far between. Early ceramics in North Africa». Dins: HOOPEs, J. W.; BARNETT, W. K. (ed.). *Emergence of Pottery. Technology and innovation in ancient societies*. Washington; Londres: Smithsonian Institution Press, p. 23-37.
- CONVERTINI, F. (1996). *Production et signification de la céramique campaniforme à la fin du 3ème millénaire av. J.-C. dans le Sud et le Centre-Ouest de la France et en Suisse Occidentale*. Oxford: BAR International Series, 656.
- CONVERTINI, F.; QUERRÉ, G. (1998). «Apports des études céramologiques en laboratoire à la connaissance du Campaniforme: résultats, bilan et perspectives». *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, núm. 95 (3), p. 333-341.
- COURTOIS, L. (1976). *Examen au microscope pétrographique des céramiques archéologiques*. París: CRA: CNRS.
- COURTOIS, L. (1980). «Étude des techniques anciennes et recherches sur l'altération des céramiques». Dins: *Comptes rendus du 105ème congrès national des Sociétés savantes*, fasc. v. Caen, p. 123-133.
- DE ANDRES, A.; BALCAZAR, J. L.; MENENDEZ, P. (1987). «Estudio de cerámicas de la Edad del Bronce en yacimientos arqueológicos de la provincia de Guadalajara». *Revista de Geología*, núm. 1, p. 59-64.
- DEL OLMO, G.; MONTERO, J.-L. (1999). *Archaeology of the Upper Syrian Euphrates. The Tishrin Dam Area*. Sabadell: AUSA.
- ECHALLIER, J.-C. (1984). *Elements de technologie céramique et d'analyse des terres cuites archéologiques*. Lambesc: Association pour la Diffusion de l'Archéologie Méridionale.
- ECHALLIER, J.-C. (1987). «Étude des céramiques. a) Lames minces». Dins: MISOVSKY, J.-C. (ed.). *Géologie de la Préhistoire: méthodes, techniques, applications*. París: GÉOPRÉ, p. 871-881.
- ECHALLIER, J.-C. (1991). «La céramique». Dins: BINDER, D. *Une économie de chasse au néolithique ancien. La Grotte Lombard à Saint-Vallier-de-Thiery (Alpes Maritimes)*. París: Éditions du CNRS, p. 72-89.
- ECHALLIER, J.-C.; COURTIN, J. (1994). «Approche minéralogique de la poterie du Néolithique ancien de la Baume de Fontbrégoua à Salernes (Van)». *Gallia Préhistoire*, núm. 36, p. 267-297.
- ECHALLIER, J.-C.; JALLOT, L. (1992). «Le matériel céramique de Moulin Villard (Caissargues, Gard). Remarques sur la formalisation et l'analyse de données provenant d'observations microscopiques et résultats». *Revue d'Archéométrie*, núm. 16, p. 71-87.
- FAURA, J.-M. (1996). «Un conjunt ceràmic del VIII mil·lenni B.P. a la vall de l'Eufrates: les produccions de Tell Halula (Síria)». [Treball d'investigació de Tercer Cicle]. Universitat Autònoma de Barcelona.
- FAURA, J.-M.; LE MIÈRE, M. (1999). «La céramique néolithique du haut Euphrate syrien». Dins: DEL OLMO, G.; MONTERO, J.-L. *Archaeology of the Upper Syrian Euphrates. The Tishrin Dam Area*. Sabadell: AUSA, p. 281-298.
- FELTS, W. M. (1942). «A petrographic examination of potsherds from ancient Troy». *American Journal of Archaeology*, núm. 46, p. 237-244.
- FUGAZZOLA DELPINO, M. A.; PESSINA, A.; TINÉ, V. (ed.) (2002). *Le ceramiche impresse nel Neolitico antico. Italia e Mediterraneo*. Roma: Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato.
- GALLART, M. D. (1980). «La tecnología de la cerámica neolítica valenciana. Metodología y resultados del estudio ceramológico por medio de microscopía binocular, difracción de rayos X y microscopía electrónica». *Saguntum*, núm. 15, p. 57-91.
- GALLART, M. D.; LÓPEZ, L. F. (1988). «Análisis mineralógico de las cerámicas neolíticas de la Cueva de Chaves (Casbas, Huesca)». *Bolskan*, núm. 5, p. 5-38.
- GALLART, M. D.; MATA, M. P. (1999). «El análisis mineralógico y textual de dos cerámicas tipológicamente características del Neolítico, procedentes de La Rioja». Dins: CAPEL, J. (ed.). *Arqueometria y Arqueología*. Granada: Universidad de Granada, p. 57-68.
- GERRARD, Ch. M. (1994). «Análisis petrológico de la cerámica». Dins: HARRISON, R. J.; MORENO LOPEZ, G. C.; LEGGE, A. J. *Moncín: un poblado de la Edad del Bronce (Borja, Zaragoza)*. Saragossa: Gobierno de Aragón. Departamento de Educación y Cultura, p. 254-264.
- GILMAN, A. (1981). «The development of Social stratification in Bronze Age Europe». *Current Anthropology*, núm. 22 (1), p. 1-23.
- GIOT, P. R.; QUERRÉ, G. (1987). «Premiers apports de la pétroarchéologie à l'étude des poteries préhistoriques et protohistoriques armoricaines». *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, núm. 84 (6), p. 177-182.
- GÓMEZ-GRAS, D.; RISCH, R. (1999). «Análisis petrográficos de cerámicas de la Cova des Càrritx». Dins: LULL, V.; MICÓ, R.; RIHUETE, C.; RISCH, R. *Ideología y sociedad en la prehistoria de Menorca. La Cova des Càrritx y la Cova des Mussol*. Barcelona: Consell Insular de Menorca: Ajuntament de Ciutadella: Fundació Rubió Tudurí Andrómaco, p. 567-580.
- HACKENS, T.; SCHVOERER, M. (1984). *PACT, 10. Datation-caractérisation des céramiques anciennes*. Ravello: Éditions du CNRS.
- HARRISON, R. J. (1977). *The Bell Beaker cultures of Spain and Portugal*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press. Peabody Museum of Archaeology and Ethnology.
- HARRISON, R. J.; MORENO LÓPEZ, G. C.; LEGGE, A. J. (1994). *Moncín: un poblado de la Edad del Bronce (Borja, Zaragoza)*. Saragossa: Gobierno de Aragón. Departamento de Educación y Cultura.
- HOOPEs, J. W. (1994). «Ford revisited: a critical review of the chronology and relationships of the earliest ceramic



- complexes in the New World, 6000-1500 BC». *Journal of World Prehistory*, núm. 8 (1), p. 1-49.
- HOOPES, J. W.; BARNETT, W. K. (ed.) (1995). *Emergence of Pottery. Technology and innovation in ancient societies*. Washington; Londres: Smithsonian Institution Press.
- KIDDER, A.V.; SHEPARRD, A. O. (ed.) (1936). *The pottery of Pecos*. Papers of the phillips Academy Southwestern Expedition, 7; Andover.
- KILKA, M.; GALETTI, G. (1994). «Análisi di ceramica antica con fluorescenza X. Confronto dei risultati di tre laboratori». Dins: BURAGATO, F.; GRUBESSI, O.; LAZZARINI, L. (ed.). *1st European Workshop on archaeological ceramics, 10-12.10.1991*. Milà: Dipartimento di Scienza della Terra, p. 205-215.
- LANTING, J. N.; VAN DER WAALS, J. D. (ed.). *Glockenbecher Symposium (Oberreid, 1974)*. Bussum; Harlem: Fibula-Van Dishoeck.
- LARREA, F. J.; OLAETXEA, C.; ORTEGA, L. A.; TARRIÑO, A. (1999). «Cerámicas de la Edad del Hierro en Gipuzkoa: aportación de la petrografía acerca del área fuente de las arcillas». Dins: CAPEL, J. (ed.). *Arqueometría y Arqueología*. Granada: Universidad de Granada, p. 159-171.
- LINDAHL, A.; STILBORG, O. (ed.) (1995). *The aims of laboratory analyses of ceramics in archaeology (Lund, 1995)*. Estocolm: Histoire och Antkvtets Akademien, Konferenser 34.
- LULL, V.; MICÓ, R.; RIHUETE, C.; RISCH, R. (1999). *Ideología y sociedad en la prehistoria de Menorca. La Cova des Càrritx y la Cova des Mussol*. Barcelona: Consell Insular de Menorca: Ajuntament de Ciutadella: Fundació Rubió Tudurí Andrómaco.
- LINDAHL, A.; STILBORG, O.
- MAGGETTI, M. (1995). «Méthode chimique contre méthode minéralogique pétrographique dans l'étude des céramiques anciennes». Dins: VENDRELL-SAZ, M.; PRADELL, T.; MOLERA, J.; GARCÍA, M. (ed.). *Estudis sobre ceràmica antiga. Ponències del Congrés Europeu sobre Ceràmica Antiga*. Barcelona: Generalitat de Catalunya. Departament de Cultura, p. 235-237.
- MAGETTI, M.; SCHWAB, H. (1982). «Iron Age fine pottery from Châtillon-sur-Clône and the Heuneburg». *Archaeometry*, núm. 24 (1), p. 21-36.
- MISKOVSKI, J.-C. (ed.) (1987). *Géologie de la Préhistoire: méthodes, techniques, applications*. París: GéoPré.
- MONTERO RUIZ, I.; GARCÍA HERAS, M.; LÓPEZ-ROMERO, E. (2007). «Arqueometría: cambios y tendencias actuales». *Trabajos de Prehistoria*, núm. 64 (1), p. 23-40.
- MUNTONI, I. M. (2002). «La tecnologia della ceramica impressa». Dins: FUGAZZOLA DEL PINO, M. A.; PESSINA, A.; TINÉ, V. (ed.). *Le ceramiche impresses nel Neolitico antico. Italia e Mediterraneo*. Roma: Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, p. 231-251.
- NAVARRETE, M. S.; CAPEL, J.; LINARES, J.; HUERTAS, F.; REYES, E. (1991). *Cerámicas neolíticas de la provincia de Granada. Materias primas y técnicas de manufacturación*. Granada: Universidad de Granada.
- PALLECCHI, P. (1997). «Análisi dei materiali». Dins: SARTI, L. *Querciola. Insediamento campaniforme a Sesto Fiorentino*. Montespertoli: Garlatti e Razzai Editori, p. 325-331.
- PERINET, G.; COURTOIS, L. (1983). «Evaluation des températures de cuisson de céramiques et de vaisselles blanches néolithiques de Syrie». *Bulletin de la Société de Préhistoire Française*, núm. 80 (5), p. 157-160.
- PICON, M. (1984). «Problèmes de détermination de l'origine des céramiques». Dins: HACKENS, T.; SCHVOERER, M. *PACT, 10. Datation-caractérisation des céramiques anciennes*. Ravello: Éditions du CNRS, p. 425-433.
- PICON, M. (1995). «Compositions chimiques et détermination de l'origine des céramiques: réflexions sur la nature des preuves». Dins: VENDRELL-SAZ, M.; PRADELL, T.; MOLERA, J.; GARCÍA, M. (ed.). *Estudis sobre ceràmica antiga. Ponències del Congrés Europeu sobre Ceràmica Antiga*. Barcelona: Generalitat de Catalunya. Departament de Cultura, p. 229-233.
- RICE, P. (1987). *Pottery Analysis. A sourcebook*. Chicago; Londres: The University of Chicago Press.
- RICE, P. (1996a). «Recent Ceramic Analysis: 1. Function, Style and Origins». *Journal of Archaeological Research*, vol. 4, núm. 2, p. 133-163.
- RICE, P. (1996b). «Recent Ceramic Analysis: 2. Composition, Production and Theory». *Journal of Archaeological Research*, vol. 4, núm. 3, p. 165-202.
- SARTI, L. (1997). *Querciola. Insediamento campaniforme a Sesto Fiorentino*. Montespertoli: Garlatti e Razzai Editori.
- SHENNAN, S. J. (1976). «Bell Beakers and their context in Central Europe». Dins: LANTING, J. N.; VAN DER WAALS, J. D. (ed.). *Glockenbecher Symposium (Oberreid, 1974)*. Bussum; Harlem: Fibula-Van Dishoeck, p. 231-239.
- SHEPARD, A. O. (1980). *Ceramics for the Archaeologist*. 11a ed. Washington: Carnegie Institution of Washington.
- TITE, M. S. (1995). «Firing temperature determinations: How and why?». Dins: LINDAHL, A.; STILBORG, O. (ed.). *The aims of Laboratory analyses of ceramics in archaeology (Lund, 1995)*. Estocolm: Histoire och Antkvtets Akademien, Konferenser 34.
- VANDIVER, P. (1993). «Technologies d'une civilisation naissante: figurines, pigments et poterie». *Terre Cuite et Société. La céramique, document technique, économique, culturel. XIVe Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes. Resumes*. Antibes: CNRS: CRA.
- VENDRELL-SAZ, M.; PRADELL, T.; MOLERA, J.; GARCÍA, M. (ed.) (1995). *Estudis sobre ceràmica antiga. Ponències del Congrés Europeu sobre Ceràmica Antiga*. Barcelona: Generalitat de Catalunya. Departament de Cultura.
- VITELLI, K. D. (1989). «Were Pots First Made for Food?». *World Archaeology*, núm. 21, p. 17-29.
- WALDREN, W. H. (1982). *Balearic Prehistoric Ecology and Culture: The Excavation and Study of Certain Caves, Rock Shelters and Settlements*. Oxford: BAR International Series, 149.
- ZVELEBIL, M. (ed.) (1986). *Hunters in Transition*. Cambridge: Cambridge University Press.

Xavier CLOP GARCÍA, arqueòleg i doctor en Història per la Universitat Autònoma de Barcelona, està especialitzat en la realització d'estudis arqueomètrics de ceràmiques prehistòriques. La seva recerca se centra de manera particular en l'estudi de les primeres produccions ceràmiques a la conca de la Mediterrània i en les produccions ceràmiques del III mil·lenni a l'Europa Occidental. Ha participat i participa en diferents projectes de recerca d'àmbit espanyol i europeu i és autor de nombroses publicacions on es recullen els resultats obtinguts en les seves investigacions. De les seves darreres publicacions, cal destacar el llibre *Materia prima, Ceràmica y Sociedad* (2007, BAR International Series 1660).